Programación Python para Big Data

Lección 2: Creación de contenedores (Dockers, Docker-compose, Kubernetes)

eip ESCUELA INTERNACIONAL POSGRADOS

ÍNDICE

Lección 2: Creación de contenedores (Dockers, Docker-compose, Kubernetes)

PRESENTACIÓN Y OBJETIVOS

En esta lección aprenderemos a realizar un contenedor para ejecutar FastAPI mediante el uso de Docker y docker-compose. Y una breve introducción a Kubernetes.

Objetivos

- **Saber qué es un docker y cómo crear una imagen, ejecutarla y su gestión**
- **Saber qué es docker-compose y cómo crear una imagen.**
- **Conocer qué es Kubernetes.**

1. Información sobre Docker

Docker es crear contenedores ligeros y portables para las aplicaciones software que puedan ejecutarse en cualquier máquina con Docker instalado, independientemente del sistema operativo que la máquina tenga por debajo, facilitando así también los despliegues.

Obtiene flexibilidad con estos contenedores: puede crearlos, implementarlos, copiarlos y moverlos de un entorno a otro, lo cual le permite optimizar sus aplicaciones para la nube.

1.1 ¿Cómo funciona Docker?

El propósito de los contenedores es la capacidad de ejecutar varios procesos y aplicaciones por separado, además de conservar la seguridad que tendría como sistemas separados.

Docker, ofrecen un modelo de implementación basado en imágenes. Esto permite compartir una aplicación, o un conjunto de servicios, con todas sus dependencias en varios entornos. Docker también automatiza la implementación de la aplicación.

Docker es fácil de usar y único, permite la capacidad de implementar rápidamente y control sobre las versiones y su distribución.

1.2 Ventajas de los contenedores Docker

Modularidad

El enfoque Docker para la creación de contenedores se centra en la capacidad de tomar una parte de una aplicación, para actualizarla o repararla, sin necesidad de tomar la aplicación completa. Está basado en microservicios, puede compartir procesos entre varias aplicaciones de la misma forma que funciona la Arquitectura Orientada al Servicio (SOA).

Control de versiones de imágenes y capas

Cada archivo de imagen de Docker se compone de una serie de capas. Estas capas se combinan en una sola imagen. Una capa se crea cuando la imagen cambia. Cada vez que un usuario especifica un comando, como ejecutar o copiar, se crea una nueva capa.

Docker reutiliza estas capas para construir nuevos contenedores, lo cual hace mucho más rápido el proceso de construcción. Los cambios intermedios se comparten entre imágenes, mejorando aún más la velocidad, el tamaño y la eficiencia.

El control de versiones es inherente a la creación de capas. Cada vez que se produce un cambio nuevo, básicamente, tiene un registro de cambios incorporado: control completo de sus imágenes de contenedor.

Restauración

La imagen tiene capas pudiendo restaurarla a la versión anterior. Esto es compatible con un enfoque de desarrollo ágil y permite hacer realidad la integración e implementación continuas (CI/CD) desde una perspectiva de las herramientas.

Implementación rápida

Los contenedores basados en Docker pueden reducir el tiempo de implementación a segundos. Al crear un contenedor para cada proceso, puede compartir rápidamente los procesos similares con nuevas aplicaciones.

Además, con la velocidad de implementación, puede crear y destruir la información creada por sus contenedores sin preocupación, de forma fácil y rentable.

Por lo tanto, la tecnología Docker es un enfoque más granular y controlable, basado en microservicios, que prioriza la eficiencia.

1.3 ¿Hay limitaciones para el uso de Docker?

En sí mismo, Docker es una excelente herramienta para la gestión de contenedores individuales. Al comenzar a utilizar cada vez más contenedores y aplicaciones en contenedores, divididas en cientos de piezas, la gestión y la organización se pueden tornar muy difíciles. Finalmente, debe retroceder y agrupar los contenedores para ofrecer servicios, como redes, seguridad, telemetría, etc., en todos sus contenedores. Es aquí donde aparece Kubernetes.

1.4 ¿Los contenedores Docker son realmente seguros?

El daemon de Docker también puede ser una preocupación en materia de seguridad. Para usar y ejecutar los contenedores Docker, es muy probable que utilice el daemon de Docker, un tiempo de ejecución persistente para los contenedores. El daemon de Docker requiere privilegios de raíz, por lo que se debe prestar especial atención a quiénes obtienen acceso al proceso y en dónde reside este. Por ejemplo, un daemon local tiene una superficie de ataque más pequeña que uno que se encuentra en un sitio más público, como un servidor web.

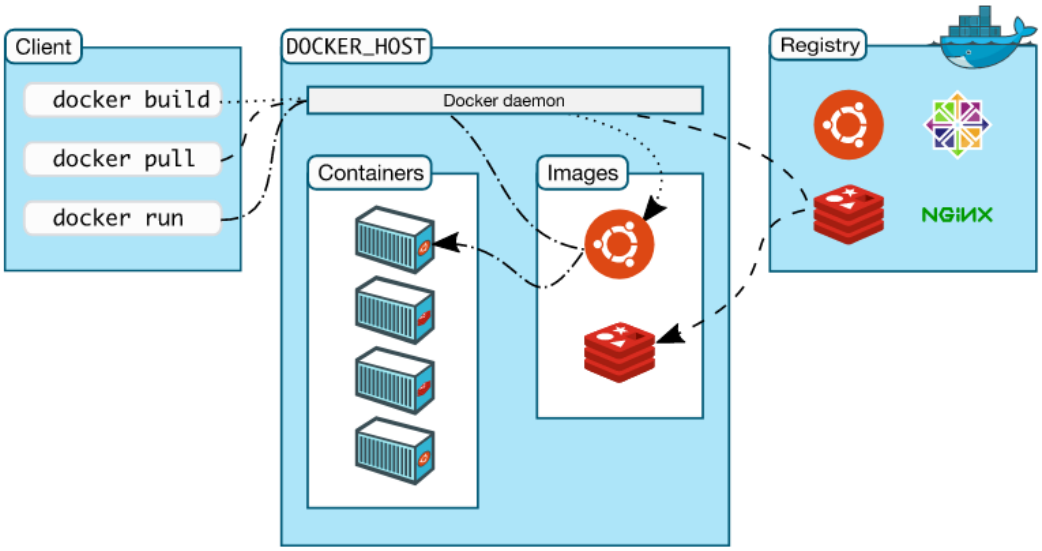


Figura 1.1. Estructura y descripción de Docker

2. Crear una imagen Docker

Lo primero será necesario crear una imagen, para ello realizaremos un script de Python donde crearemos una aplicación de FastAPI.

Para ello creamos una carpeta con el nombre app dentro de la carpeta (docker) donde vamos a crear nuestra imagen:

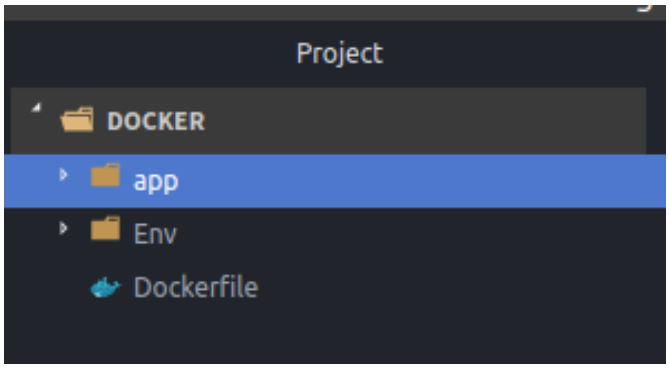


Figura 2.1 Imagen de la estructura que vamos a crear para nuestro primer docker

Dentro de esa carpeta creamos el archivo main.py donde crearemos una aplicación de FastAPI.

```
from fastapi import FastAPI

app = FastAPI()

@app.get('/')
async def root():
return {'message': "Bienvenido a FastAPI"}
```

Figura 2.2 Archivo main.py de nuestra aplicación FastAPI

Instalamos en nuestro entorno virtual:

```
pip install uvicorn[standard]

pip install fastapi
```

Ejecutamos la aplicación para ver que funciona:

```
uvicorn main:app --reload
```

Figura 2.3 Ejecutamos la aplicación FastAPI

Creamos un archivo con nombre Dockerfile, este es un documento de texto que contiene todos los comandos que un usuario podría llamar en línea para la imagen. Se habla de construir nuestra propia imagen Docker cuando ejecutamos el comando docker build. Docker lee estas instrucciones y los ejecuta consecutivamente y crea una imagen de docker como resultado.

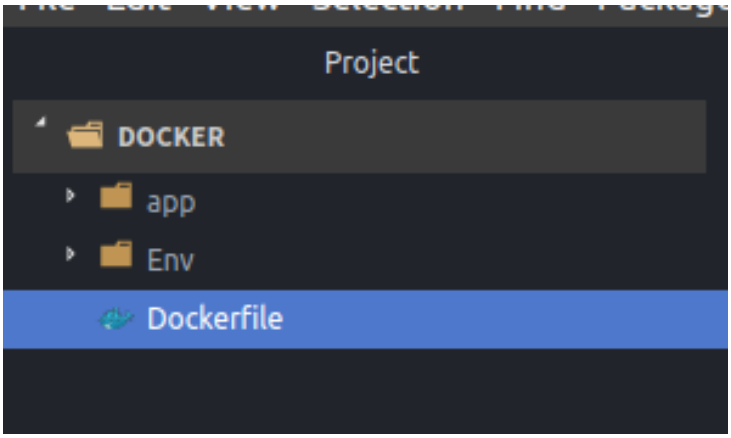


Figura 2.4 Estructura de nuestro ejemplo Docker

En el archivo Dockerfile escribimos:

```
# Versión de nuestro dockerfile a 1
# syntax=docker/dockerfile:1

# Necesitamos 3.8 de python mediante una imagen.
FROM python:3.8

# Instalamos las librerías necesarias
RUN pip install fastapi uvicorn

# puerto que vamos a poner
EXPOSE 80

# La imagen está basada en Python 3.8 y tiene instaladas las dependencias
# Añadimos el código fuente a la imagen
COPY ./docker /app

CMD ["uvicorn", "app.main:app", "--host", "0.0.0.0", "--port", "80"]
```

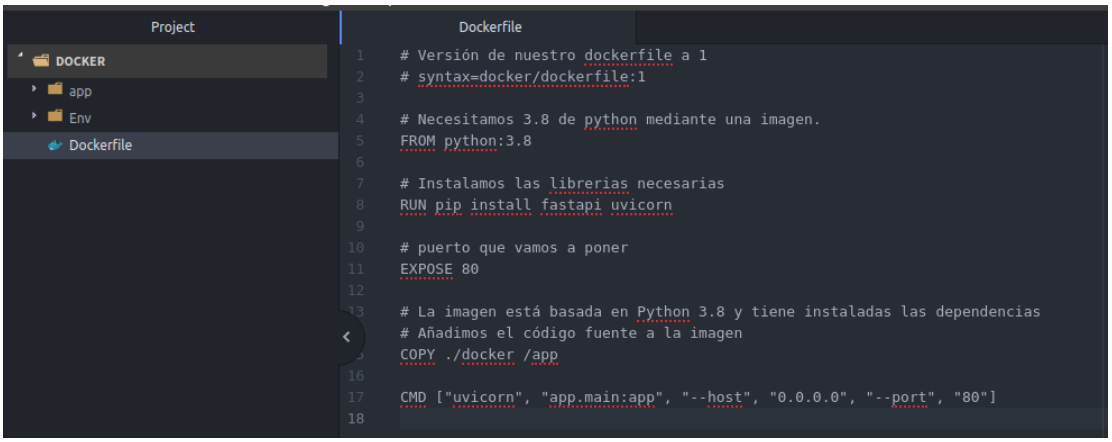
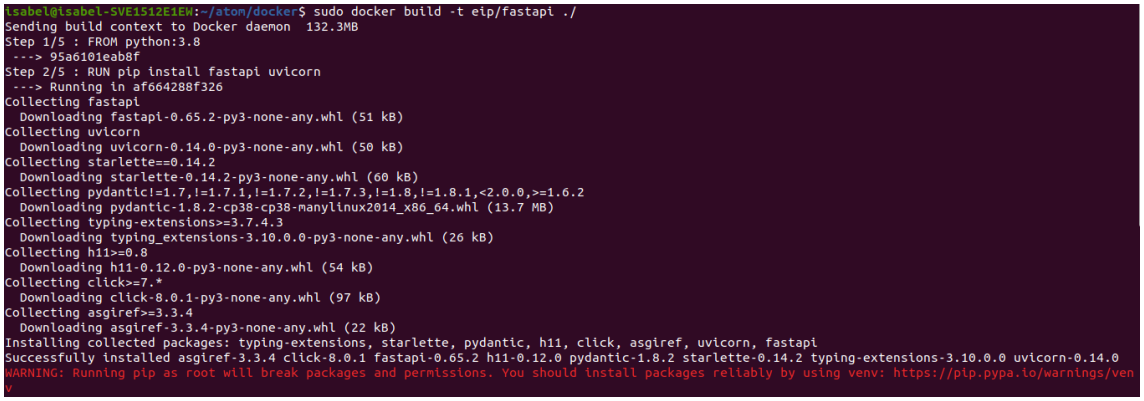


Figura 2.5 Ejemplo de Dockerfile para FastAPI

Construimos la imagen llamamos eip/fastapi, esta ejecutará el archivo Dockerfile creando la estructura necesaria para su ejecución:

```
sudo docker build -t eip/fastapi ./
```



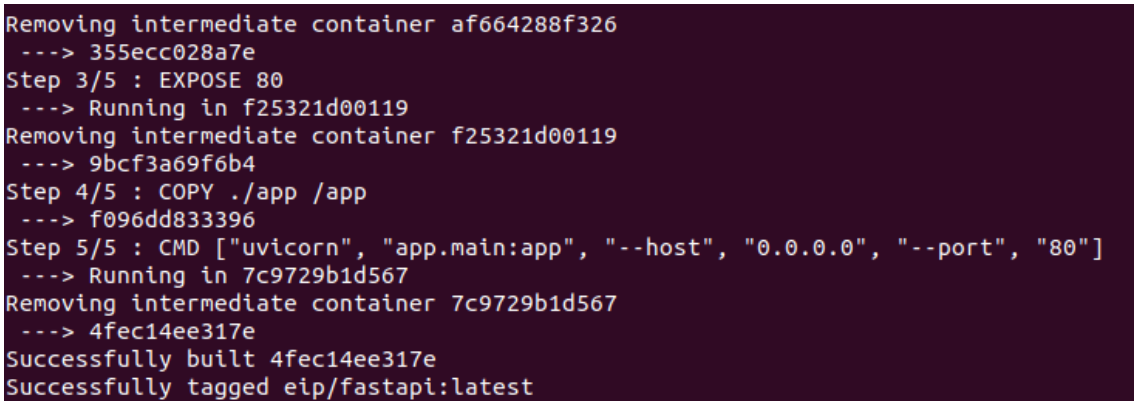


Figura 2.6 Construcción de nuestra imagen

Comprobamos que se ha creado la imagen:

```
sudo docker images
```

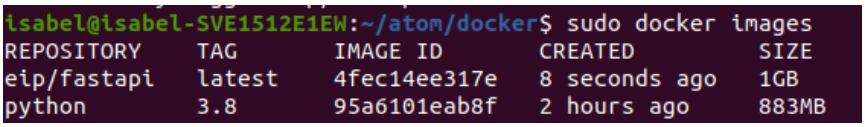


Figura 2.7 Imágenes creadas de Python y nuestra imagen eip/fastapi

Ejecutamos la imagen de docker (eip/fastapi):

```
sudo docker run -d --name fastapi -p 80:80 eip/fastapi
```

```
isabel@isabel-SVE1512E1EW:~/atom/docker$ sudo docker run -d --name fastapi -p 80:80 eip/fastapi
88b1ae17e9e4e0c34bbed0d4680b1eaecaecf621d221d2be15963721e6c9854f
```

Figura 2.8 Ejecutamos la imagen en segundo plano

Donde:

- run para ejecutar el docker
- -d para ejecutarlo en segundo plano.
- --name nombre del docker
- -p 80:80 puerto en el cual se ejecuta el docker interno y externo
- eip/fastapi imagen que creamos anteriormente que sea llamada.

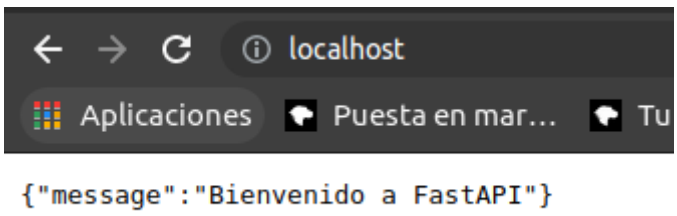
Comprobamos que el docker funciona:

```
sudo docker ps
```

```
isabel@isabel-SVE1512E1EW:~/atom/docker$ sudo docker ps
CONTAINER ID   IMAGE          COMMAND                  CREATED         STATUS         PORTS                                   NAMES
88b1ae17e9e4   eip/fastapi    "uvicorn app.main:ap…"   9 seconds ago   Up 9 seconds   0.0.0.0:80->80/tcp, :::80->80/tcp   fastapi
```

Figura 2.9 Comprobación de ejecución de la imagen

Comprobamos en el navegador que funciona: http://localhost:80




```
{"message":"Bienvenido a FastAPI"}
```

Figura 2.10 Comprobación de ejecución de la imagen en el navegador

http://localhost:80/docs

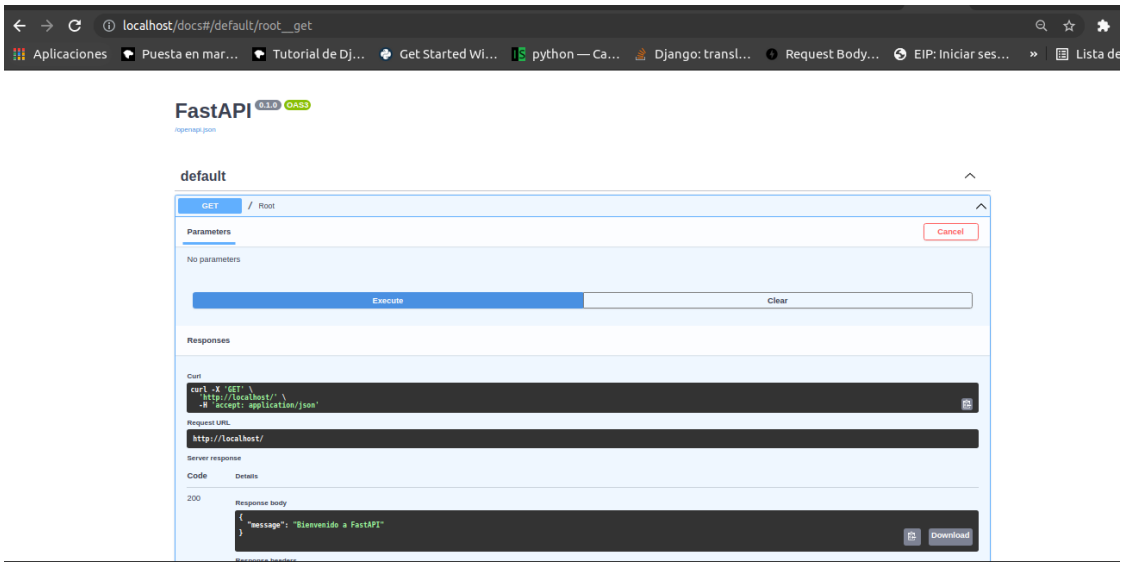


Figura 2.11 Comprobación de ejecución de la imagen en el navegador

Para parar el docker:

```
sudo docker stop fastapi

ó

Sudo docker kill fastapi
```

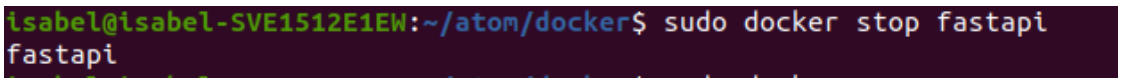


Figura 2.12 Para el proceso de ejecución de la imagen

Comprobamos que ya no está ejecutado:

```
sudo docker ps
```

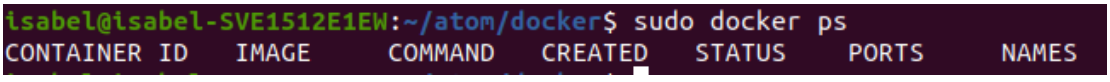


Figura 2.13 Imagen de procesos activos

2.1 Eliminación de imágenes

Comprobamos el sistema docker formado por imágenes, contenedores creados, *volumes* (networks) y caché:

```
sudo docker system df
```

```
isabel@isabel-SVE1512E1EW:~/atom/docker$ sudo docker system df
TYPE            TOTAL     ACTIVE    SIZE      RECLAIMABLE
Images          2         1         1GB       883.4MB (88%)
Containers      1         0         96.86kB   96.86kB (100%)
Local Volumes   0         0         0B        0B
Build Cache     0         0         0B        0B
```

Figura 2.14 Información sobre el sistema Docker

Eliminar los containers:

```
sudo docker system prune
```

```
isabel@isabel-SVE1512E1EW:~/atom/docker$ sudo docker system prune
WARNING! This will remove:
  - all stopped containers
  - all networks not used by at least one container
  - all dangling images
  - all dangling build cache

Are you sure you want to continue? [y/N] y
Deleted Containers:
88b1ae17e9e4e0c34bbed0d4680b1eaecaecf621d221d2be15963721e6c9854f

Total reclaimed space: 96.86kB
```

Figura 2.15 Eliminación de los containers.

Elimino la imagen:

```
sudo docker image rm eip/fastapi
```

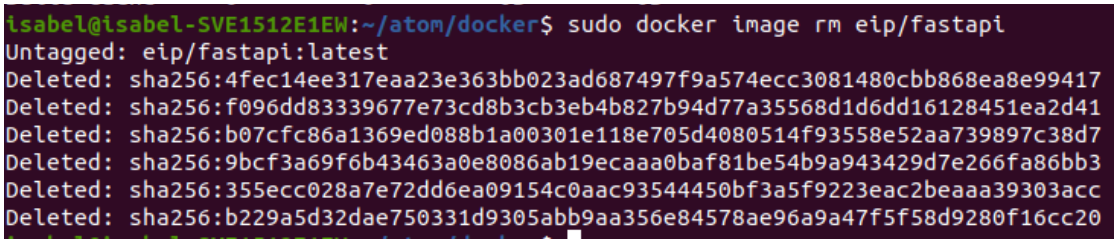


Figura 2.16 Eliminación de las imágenes.

Comprobación de las imágenes que nos quedan:

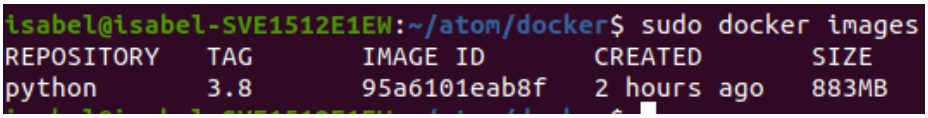


Figura 2.17 Información de las imágenes disponibles

Sólo nos queda la imagen de Python que puede ser útil para otros desarrollos.

2.2 Imágenes de repositorio Docker hub

Vamos a la página oficial de docker hub:

https://hub.docker.com/search?q=fastapi&type=image

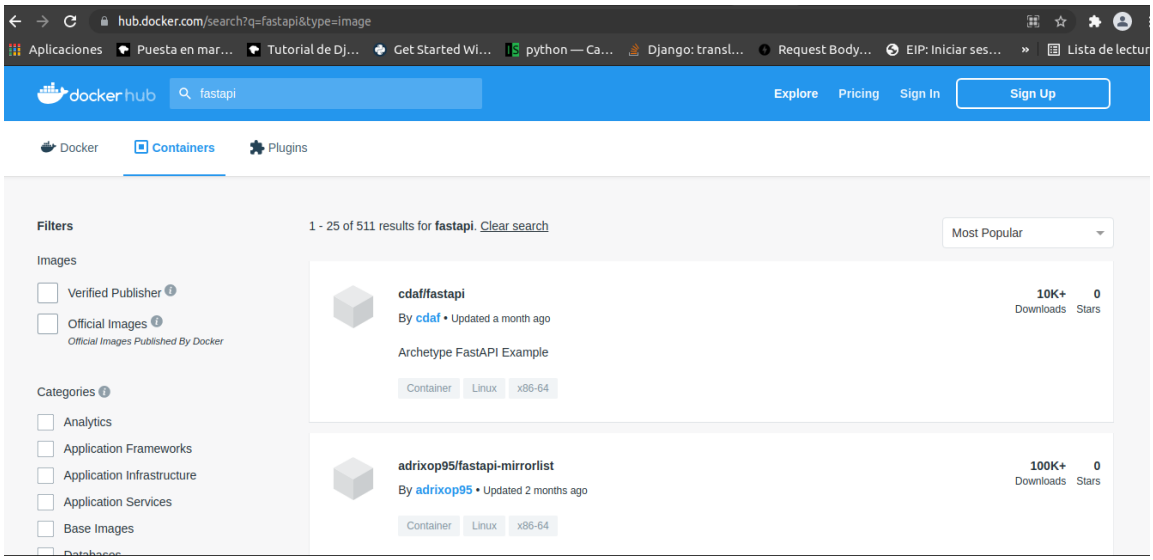


Figura 2.18 Búsqueda en docker hub de repositorio de FastAPI

Escogemos la segunda opción:

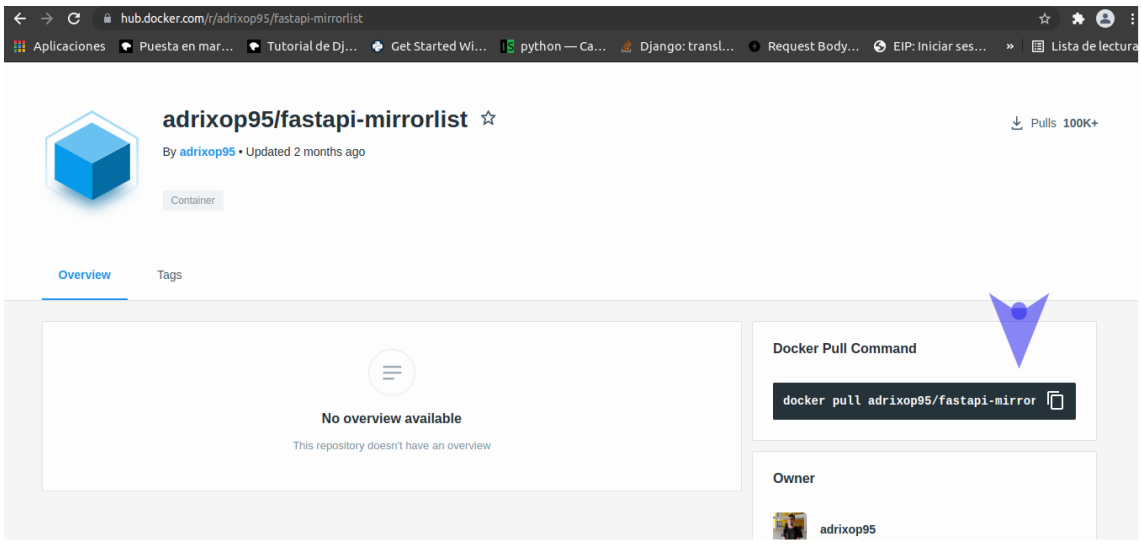


Figura 2.19 Búsqueda en docker hub de repositorio de FastAPI

Copiamos la instrucción y ejecutamos para que nos descargue/construya la imagen:

```
sudo docker pull adrixop95/fastapi-mirrorlist
```

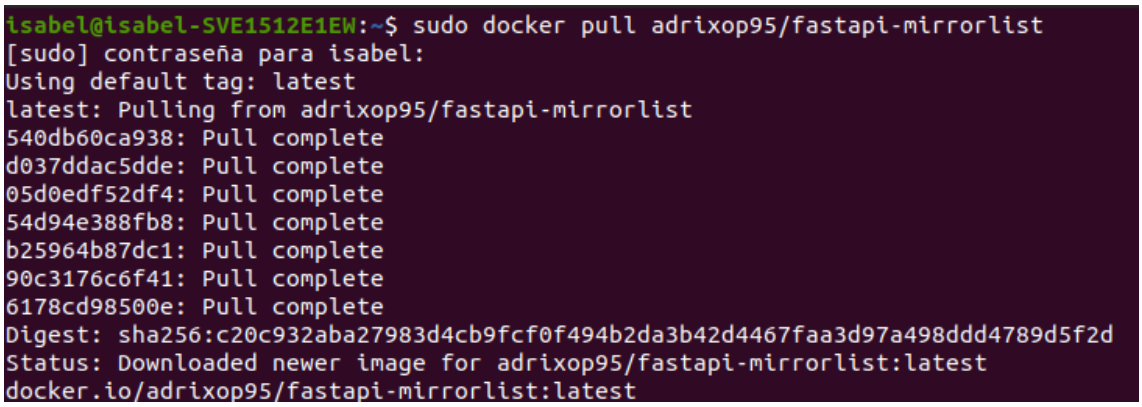


Figura 2.20 Descarga y construcción de la imagen

Se crea la imagen:

```
Sudo docker images
```

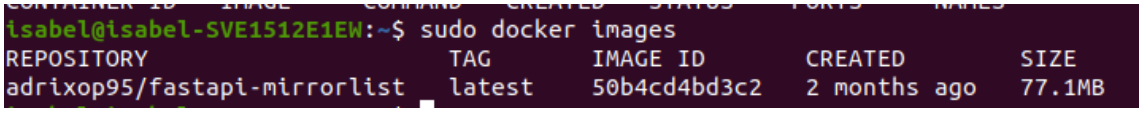


Figura 2.21 Imagen creada

Ejecutamos con:

```
sudo docker run --name fastapi -p 8000:8000 adrixop95/fastapi-mirrorlist
```

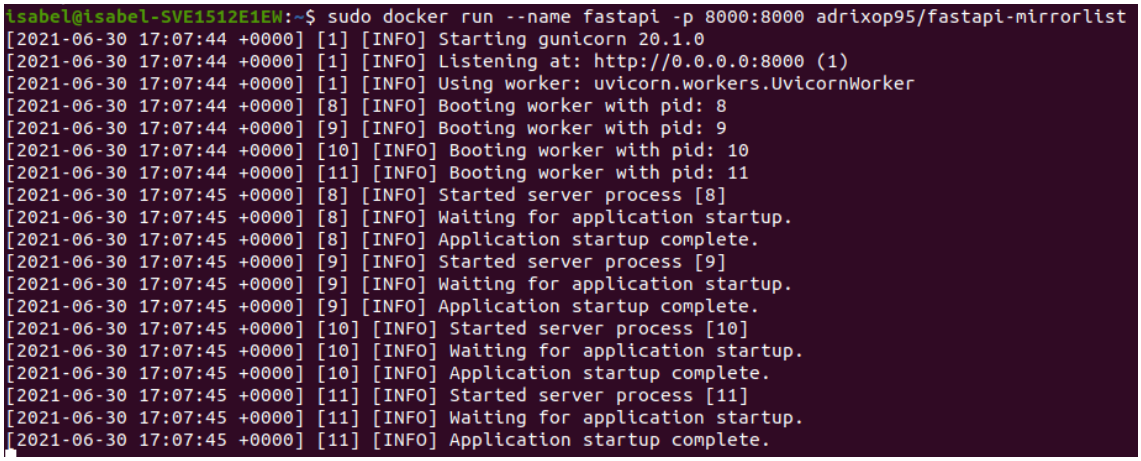


Figura 2.22 Ejecución de la imagen

http://127.0.0.1:8000/docs

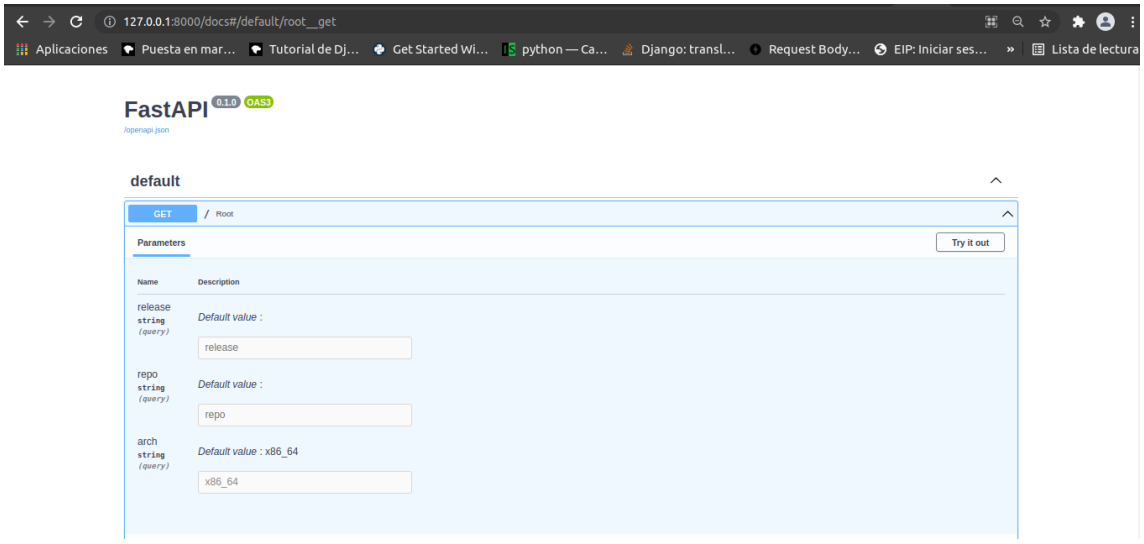


Figura 2.23 Ejecución de la imagen en el navegador

3. DOCKER-COMPOSE

Definición

Compose es una herramienta para definir y ejecutar multi-contenedores de aplicaciones Docker, con docker-compose se usa un archivo YAML para configurar la aplicación de los servicios, con un simple comando, tú puedes crear y ejecutar todos los servicios que hay en tu configuración (varias imágenes de Docker).

Ejecución

Moveremos nuestro "Dockerfile" dentro de una carpeta que hemos creado con nombre "project" y también la carpeta "app":

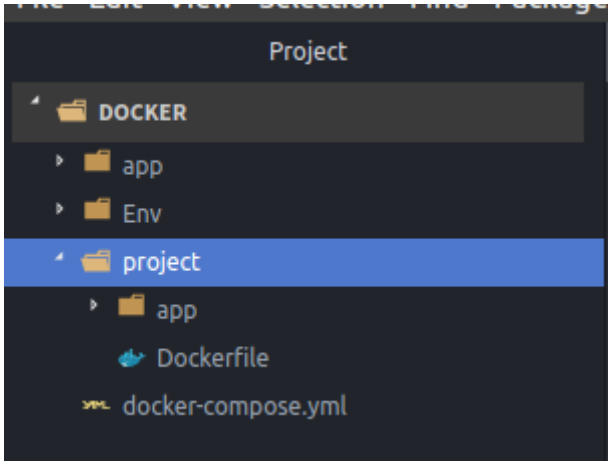


Figura 3.1 Estructura para ejecutar el docker-compose

Creamos nuestro archivo docker-compose.yml:

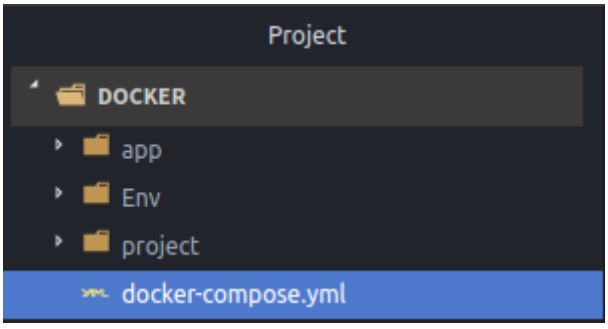


Figura 3.2 Crear el archivo docker-compose

Ponemos:

```
# versión de docker-compose que vamos a usar de formato usado
version: '3'

services:
  # nombre de nuestra servicio 'web'
  web:
    # donde tenemos nuestro archivo
    build: ./project
    # comando de ejecución
    command: uvicorn app.main:app --reload --workers 1 --host 0.0.0.0 --port 80
    # donde se va a guardar la información en el container
    volumes:
      - ./project:/usr/src/app
    # puertos activos externos e internos
    ports:
      - 80:80
    # entorno en este caso de desarrollo
    environment:
      - ENVIRONMENT=dev
      - TESTING=0
```

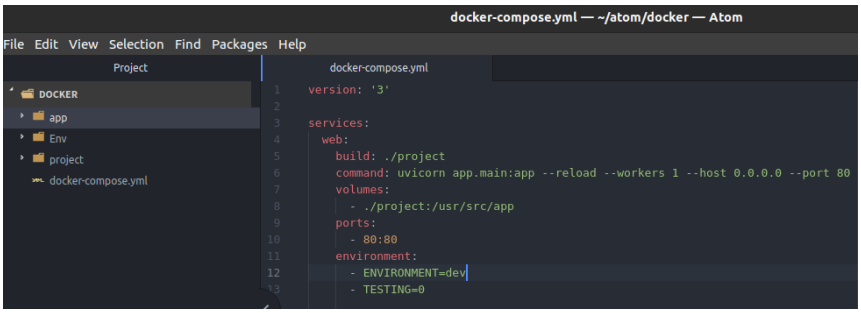


Figura 3.3 Archivo docker-compose

Creamos las imágenes:

```
sudo docker-compose build
```

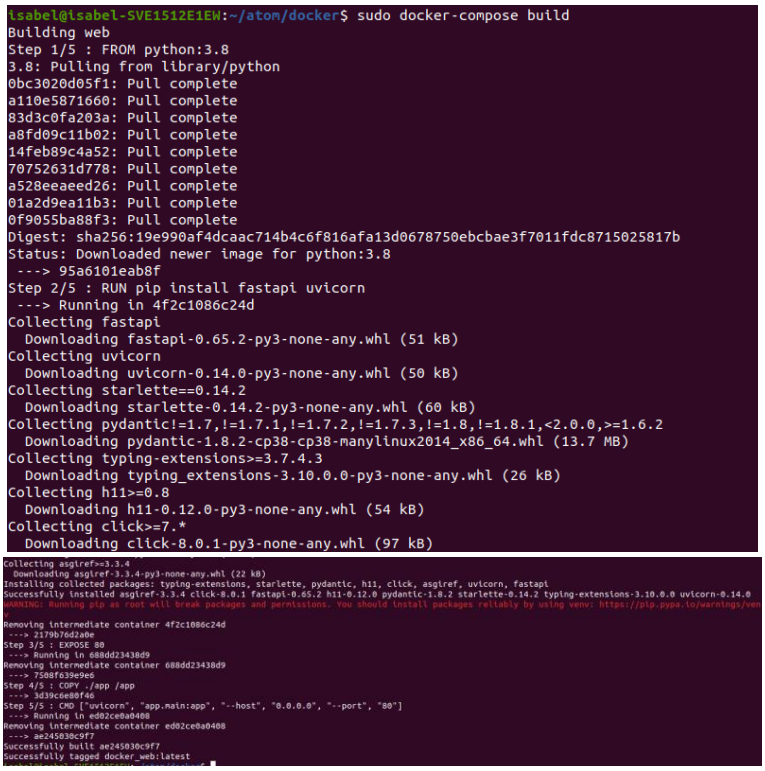


Figura 3.4 Construir la imagen de docker

Comprobar que están las imágenes creadas:

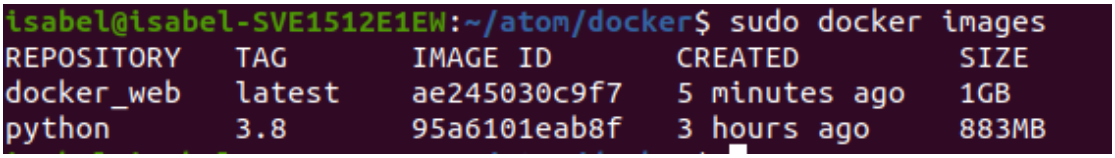


Figura 3.5 Imágenes creadas

```
docker-compose up
```

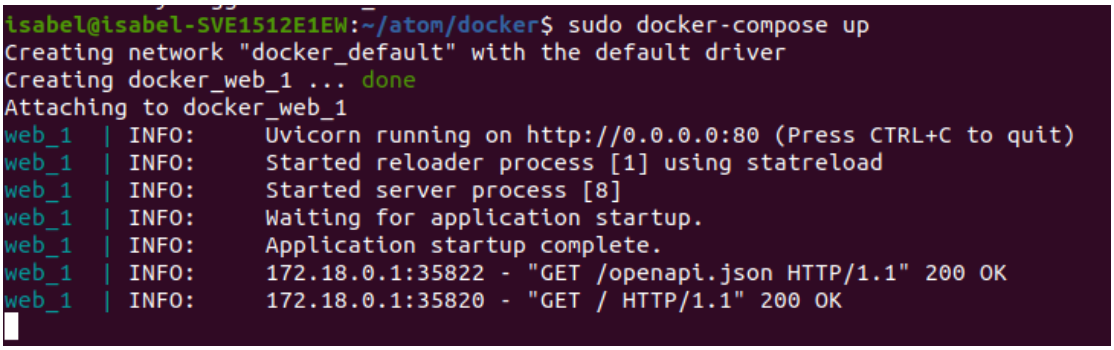


Figura 3.6 Ejecución de la imagen

Comprobamos en el navegador: http://localhost:80/docs

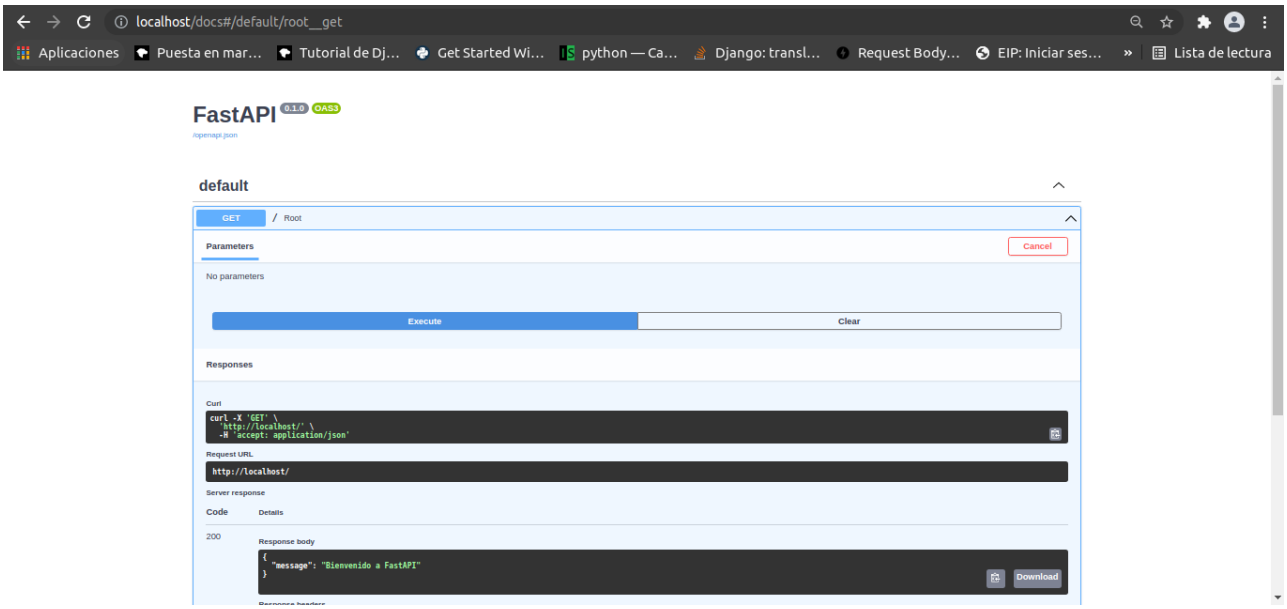


Figura 3.7 Ejecución de la aplicación

Para parar la aplicación:

```
Ctrl + c
```

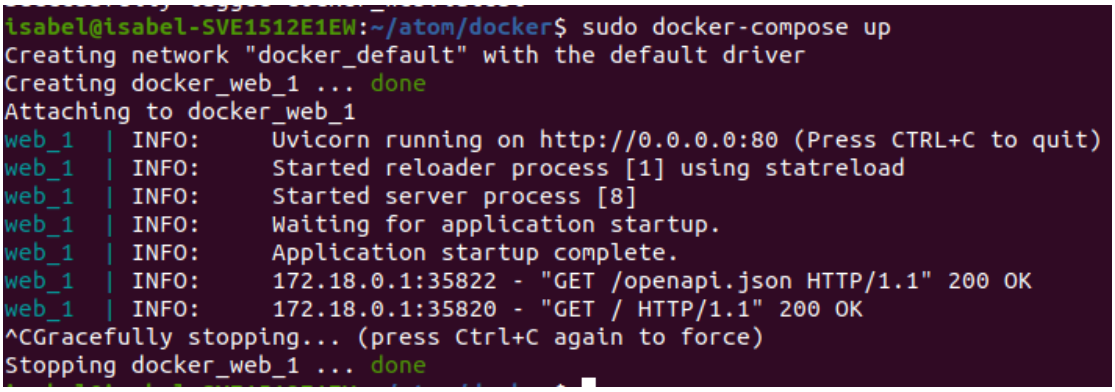


Figura 3.8 Parar la aplicación

Si queremos que quede en segundo plano ponemos

```
docker-compose up -d
```

Quedaría ejecutada igual que en el caso del docker.

4. Introducción a Kubernetes

Kubernetes es una plataforma open source para el automatizar el despliegue, escalado de las aplicaciones, así como las operaciones con los contenedores de aplicaciones, desarrollado por Google. Administra aplicaciones en contenedores en varios tipos de entornos físicos, virtuales y en la nube.

Kubernetes es una herramienta de contenedor altamente flexible para entregar de manera consistente aplicaciones complejas que se ejecutan en clústeres de cientos a miles de servidores individuales.

Es necesario conocer una serie de conceptos:

- **Cluster**: Conjunto de máquinas físicas o virtuales y otros recursos utilizados por kubernetes.
- **Nodo**: Una máquina física o virtual ejecutándose en kubernetes donde los *pods* pueden ser programados.
- **Pod**: Son la unidad más pequeña desplegable que puede ser creada, programada y manejada por kubernetes.
- **Replication Controller**: Se asegura de que el número especificado de réplicas del pod estén ejecutándose. Permite escalar de forma fácil los sistemas y maneja la re-creación de un pod cuando ocurre un fallo.
- **Service**: Es una abstracción que define un conjunto de pods y la lógica para acceder a los mismos.

¿Por qué usar contenedores?

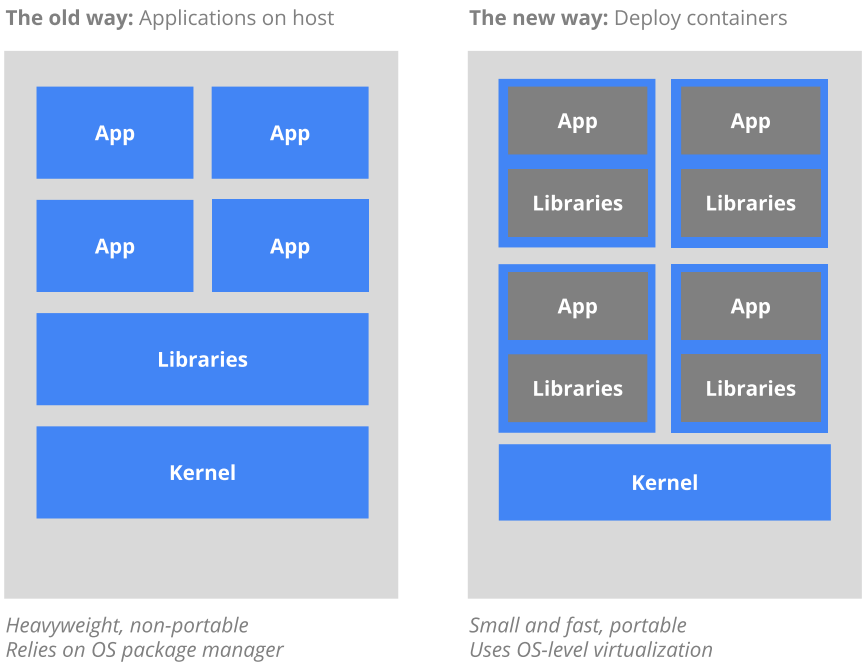


Figura 4.1 Diferencia entre usar Kubernetes o no

La Manera Antigua de desplegar aplicaciones era instalarlas en un servidor usando el administrador de paquetes del sistema operativo. La desventaja era que los ejecutables, la configuración, las librerías y el ciclo de vida de todos estos componentes se entretejían unos a otros. Podíamos construir imágenes de máquina virtual inmutables para tener rollouts (despliegue) y rollbacks (reversible) predecibles, pero las máquinas virtuales son pesadas y poco portables.

La Manera Nueva es desplegar contenedores basados en virtualización a nivel del sistema operativo, en vez del hardware. Estos contenedores están aislados entre ellos y con el servidor anfitrión: tienen sus propios sistemas de archivos, no ven los procesos de los demás y el uso de recursos puede ser limitado. Son más fáciles de construir que una máquina virtual, y porque no están acoplados a la infraestructura y sistema de archivos del anfitrión, pueden llevarse entre nubes y distribuciones de sistema operativo.

- Ya que los contenedores son pequeños y rápidos, una aplicación puede ser empaquetada en una imagen de contenedor. Esta relación uno a uno entre aplicación e imagen nos abre un abanico de beneficios para usar contenedores. Con contenedores, podemos crear imágenes inmutables al momento de la compilación en vez del despliegue ya que las aplicaciones no necesitan componerse junto al resto del stack ni atarse al entorno de infraestructura de producción. Generar una imagen de contenedor al momento de la compilación permite tener un entorno consistente que va desde desarrollo hasta producción. De igual forma, los contenedores son más transparentes que las máquinas virtuales y eso hace que el monitoreo y la administración sean más fáciles. Esto se aprecia más cuando los ciclos de vida de los contenedores son administrados por la infraestructura en vez de un proceso supervisor escondido en el contenedor. Por último, ya que solo hay una aplicación por contenedor, administrar el despliegue de la aplicación se reduce a administrar el contenedor.

En resumen, los beneficios de usar contenedores incluyen:

- Ágil creación y despliegue de aplicaciones: Mayor facilidad y eficiencia al crear imágenes de contenedor en vez de máquinas virtuales
- Desarrollo, integración y despliegue continuo: Permite que la imagen de contenedor se construya y despliegue de forma frecuente y confiable, facilitando los rollbacks pues la imagen es inmutable (implementaciones y reversiones automatizadas).
- Separación de tareas entre Dev y Ops: Puedes crear imágenes de contenedor al momento de compilar y no al desplegar, desacoplando la aplicación de la infraestructura
- Observabilidad No solamente se presenta la información y métricas del sistema operativo, sino la salud de la aplicación y otras señales (capacidades de autocuración).
- Consistencia entre los entornos de desarrollo, pruebas y producción: La aplicación funciona igual en un laptop y en la nube

- Portabilidad entre nubes y distribuciones: Funciona en Ubuntu, RHEL, CoreOS, tu datacenter físico, Google Kubernetes Engine y todo lo demás
- Administración centrada en la aplicación: Eleva el nivel de abstracción del sistema operativo y el hardware virtualizado a la aplicación que funciona en un sistema con recursos lógicos
- Microservicios distribuidos, elásticos, liberados y débilmente acoplados: Las aplicaciones se separan en piezas pequeñas e independientes que pueden ser desplegadas y administradas de forma dinámica, y no como una aplicación monolítica que opera en una sola máquina de gran capacidad (balanceo de carga y escalado horizontal).
- Aislamiento de recursos: Hace el rendimiento de la aplicación más predecible
- Utilización de recursos: Permite mayor eficiencia y densidad
- Programación automatizada.
- Ofrece funciones listas para la empresa.
- Infraestructura auto escalable: Puede crear una infraestructura predecible.

5. PUNTOS CLAVES

- Docker permite la gestión de aplicaciones en contenedores que se pueden ejecutar en cualquier máquina.
- Docker-compose nos permite ejecutar multi-contenedores de aplicaciones Dockers.
- Kubernetes administra aplicaciones en contenedores en varios tipos de entornos físicos, virtuales y en la nube.